

1. Vie courante ☺

- 1) Pourquoi les aliments cuisent plus vite dans une cocotte minute ?
- 2) Pourquoi un glaçon colle-t-il aux doigts sitôt sorti du congélateur, et encore plus si les doigts sont initialement humides?
- 3) Pourquoi a-t-on froid en sortant d'une piscine ou de la douche ?

2. Combien de glaçons ? ☺☺

Un gobelet en matière plastique de capacité thermique négligeable contient $m_1=300\text{g}$ d'eau à $\theta_1= 22,0^\circ\text{C}$ que l'on refroidit avec des cubes de glace de masse $m_2=10\text{g}$ sortant d'un congélateur à $\theta_2= -21,0^\circ\text{C}$. Dans tout l'exercice, on considère qu'il n'y a pas de transfert thermique avec l'atmosphère extérieur et qu'il n'y a pas de variation de volume lors du changement de phase solide-liquide. On se place dans l'approximation des phases condensées parfaites.

- 1) On met un cube de glace dans le gobelet. Déterminer la température θ_F de l'eau dans le gobelet à l'équilibre thermodynamique.
- 2) Déterminer le nombre x de cubes de glace nécessaire pour obtenir une boisson à 0°C .

Données:

Chaleur massique de l'eau liquide: $c_l = 4,18 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

Chaleur massique de la glace: $c_s = 2,10 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

Chaleur latente de fusion de la glace: $L_f = 335\text{kJ.kg}^{-1}$

Rep: 1) $\theta_F = 18,4^\circ\text{C}$; 2) $x = 8$

3. Enthalpie massique de vaporisation du fréon ☺☺

Données :

- Constante des gaz parfaits : $R=8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$
- Formule de Mayer : $R=C_{pm}-C_{vm}$ avec C_{pm} et C_{vm} les capacités thermiques molaires, respectivement à pression et à volume constants d'un gaz. $\gamma = \frac{C_{pm}}{C_{vm}}$

Le fréon est un fluide utilisé dans les machines réfrigérantes. Sous forme gazeuse, le fréon de masse molaire $M = 86,5 \text{ g.mol}^{-1}$ peut être considéré comme un gaz parfait de coefficient $\gamma = 1,2$. Sous forme liquide, le fréon se comporte comme un fluide incompressible de capacité thermique massique $c = 1,38 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$.

La pression de vapeur saturante du fréon à la température $T_1 = 263\text{K}$ est $P_{\text{sat}}(T_1) = P_1 = 2,2 \text{ bars}$

La pression de vapeur saturante du fréon à la température $T_2 = 303\text{K}$: $P_{\text{sat}}(T_2) = P_2 = 7,5 \text{ bars}$

L'enthalpie massique de vaporisation du fréon à $T_1 = 263 \text{ K}$ est : $L_{V1} = 159 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

On cherche à déterminer par 2 méthodes, l'enthalpie massique de vaporisation du fréon à $T_2 = 303 \text{ K}$. Elle sera notée L_{V2} .

1. Exprimer la chaleur massique à pression constante, c_p du fréon gazeux en fonction de R , γ et M .

Méthode 1 :

2. On fait décrire le cycle réversible ci-dessous à 1,00 kg de fréon .

- 2.1. Représenter les deux isothermes à T_1 et T_2 dans un diagramme de Clapeyron puis placer les points A, B, C et D.

- 2.2. Exprimer les variations d'enthalpie du fréon pour chacune des transformations, en déduire l'expression littérale de L_{V2} en fonction des données puis faire l'application numérique .

Méthode 2 :

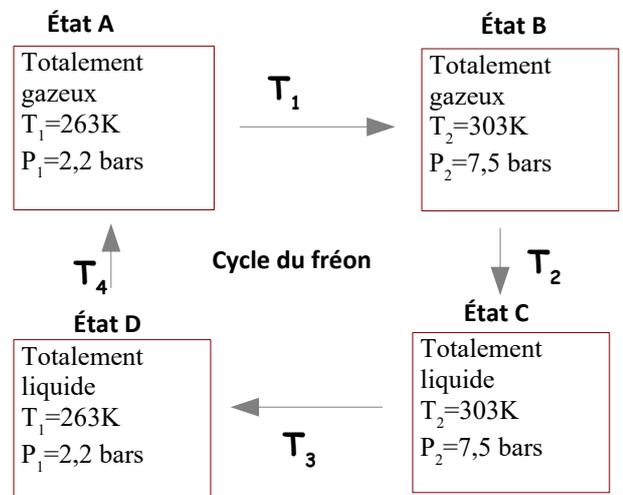
3. On fait traverser 1,00 kg de fréon à travers un détendeur où il subit une transformation isenthalpique. Le fréon y entre sous forme totalement liquide dans l'état C (303K, 7,5 bars) et en ressort dans l'état F (263K, 2,2 bars).

- 3.1. Placer le point F sur le diagramme de Clapeyron.

- 3.2. Calculer, à l'aide de L_{V1} , la fraction massique x de gaz à la sortie du détendeur en F .

- 3.3. En déduire une nouvelle valeur de L_{V2} .

Réponses : 22) $L_{V2} = 126 \text{ kJ.kg}^{-1}$; 32) $x = 0,347$; 33) $L_{V2} = 126 \text{ kJ.kg}^{-1}$.



4. Changement d'état de l'eau ☺☺

On s'intéresse aux changements d'état de l'eau, considérée comme étant un corps pur. Le diagramme d'état de l'eau est représenté par l'un des schémas ci-dessous, pour lequel C représente le point critique et I le point triple.

Pour chaque question, indiquer et justifier si nécessaire la ou les bonnes réponses,

1 – Quel est le schéma correct ?

A) B) C) ou D) ?

2 - Pour le schéma choisi en question 1, les régions (1), (2) et (3) correspondent respectivement aux états :

A) Liquide, solide, vapeur ; B) Solide, vapeur, liquide
C) Solide, liquide, vapeur ; D) Vapeur, solide, liquide

3 – La courbe délimitant les domaines 2 et 3 est :

A) La courbe de condensation B) La courbe de saturation
C) La courbe de vaporisation D) La courbe de solidification.

4 - La courbe délimitant les domaines 1 et 2 est :

A) La courbe de liquéfaction B) La courbe de saturation
C) La courbe de fusion D) La courbe de solidification.

5 – Les coordonnées du point triple sont $P_0 = 613 \text{ Pa}$ et $T_0 = 273 \text{ K}$. On considère une masse m d'eau dans un état initial caractérisé par la température $T_i = 273 \text{ K}$ et la pression P_i égale à la pression atmosphérique. On opère un échauffement isobare de la masse m . La manipulation cesse dès que la masse m a totalement changé d'état. On est alors dans l'état f , caractérisé par la température T_f , la pression P_f et le volume V_f .

Recopier l'allure du diagramme (P,T) de l'eau correct et positionner les états i et f sur le schéma, puis préciser laquelle (ou lesquelles) de ces affirmations sont justes.

- A) L'eau sous forme vapeur initialement s'est liquéfiée.
- B) L'eau sous forme liquide initialement s'est vaporisée.
- C) Dans l'état initial, l'eau est à l'état de liquide saturant.
- D) Dans l'état final, l'eau est à l'état de vapeur saturante.

6 – Dans les conditions de la question précédente, on a pour les états i et f :

A) $P_i = P_f$ B) $P_i < P_f$ C) $T_i = T_f$ D) $T_i < T_f$.

7 – La chaleur latente massique de vaporisation est par définition :

- A) L'enthalpie massique à fournir à un corps pur pour passer d'un état (1) à un état (2) plus condensé à température constante.
- B) L'entropie massique à fournir à un corps pur pour passer d'un état (1) à un état (2) plus condensé à température constante.
- C) L'enthalpie massique à fournir à un corps pur pour passer d'un état (1) à un état (2) moins condensé à température constante.
- D) L'entropie massique à fournir à un corps pur pour passer d'un état (1) à un état (2) moins condensé à température constante.

Pour toutes les questions suivantes :

- La chaleur latente massique de vaporisation, supposée constante dans la gamme de température utilisée est notée L_V .
- La capacité thermique massique de l'eau liquide est c_l .
- Le volume du liquide est toujours négligé devant le volume de la vapeur.

On s'intéresse aux transferts thermiques Q et mécanique W , et aux variations d'énergie interne et d'enthalpie entre les états i et f de la question 5.

Ces différentes grandeurs peuvent s'écrire :

8 - Pour l'enthalpie :

A) $\Delta H_{if} = m c_l (T_f - T_i) + mL_V$; B) $\Delta H_{if} = mL_V$; C) $\Delta H_{if} = m c_l (T_f - T_i)$; D) $\Delta H_{if} = m c_l (T_f - T_i) - mL_V$

9 – Pour le transfert thermique Q :

A) $Q = m c_l (T_f - T_i) - P_i V_i$ B) $Q = m c_l (T_f - T_i) + P_i V_f$;
C) $Q = m c_l (T_f - T_i) - P_f V_f$ D) $Q = m c_l (T_f - T_i) + mL_V$

10 – Pour le travail mécanique W :

A) $W = -P_f V_f$; B) $W = -(P_f - P_i) V_f$; C) $W = -P_i V_i$; D) $W = P_f V_f$

11 – L'énergie interne :

A) $\Delta U_{if} = m c_l (T_f - T_i) - P_f V_i$ B) $\Delta U_{if} = m c_l (T_f - T_i) + mL_V - P_i V_f$
C) $\Delta U_{if} = m c_l (T_f - T_i) - (P_f - P_i) V_f$ D) $\Delta U_{if} = mL_V - P_f V_f$

